NET
WORKING

ธีรศักดิ์ รอดชูแสง

อีเธอร์เน็ต เราติง และสวิตชิง

ก่อนการตัดสินใจในการออกแบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ขอให้พิจารณาเทคโนโลยีและองค์ประกอบต่าง ๆ ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสมกับราคาที่ลงทุนไป

ต้องยอมรับกันว่าในยุคโลกาภิวัตน์นี้ เทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หรือแม้แต่เครือข่ายโทรศัพท์ ต่างก็พยายามปรับปรุงอุปกรณ์และสายสื่อสารตัวนำ เพื่อการรับส่งสัญญาณที่เร็วขึ้น ยิ่งเร็วได้เท่าไรยิ่งดี จนเกิดคำ ๆ หนึ่งขึ้นว่า "ทางด่วนข้อมูลสารสนเทศ" (Information Superhighway)

การปรับปรุงสายตัวนำจากสายทองแดงเป็นสายใยแก้วนำแสงนั้นยังไม่เพียงพอต่อการรับส่งข้อมูลที่เร็วขึ้น เพียงแต่ดีขึ้นและน่าเชื่อถือมากกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ต่อเชื่อมต้นทางและปลายทางด้วย คุณสมบัติของอุปกรณ์ต้นทางและปลายทางในการเชื่อมต่อทางด่วนข้อมูลนั้นต้องมีประสิทธิภาพที่ดีและน่าเชื่อถือ อีกทั้งยังสะดวกต่อผู้ใช้ ติดตั้งง่าย ที่เรียกว่า ปลั๊กแอนด์เพลย์ (Plug & Play)

อุปกรณ์เราเตอร์

อุปกรณ์เราเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีในแบบเราติง ซึ่งถ้ามองย้อนหลังไปในอดีตนั้นมีบทบาทมากในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ทั้งเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) และเครือข่ายระยะไกล (WAN) ด้วยเหตุผลหลายอย่างที่จำเป็นต้องใช้เราเตอร์ซึ่งมีราคาค่อนข้างแพง แต่ด้วยคุณสมบัติที่ดีหลายอย่างของเราเตอร์จึงยังจำเป็นต้องใช้ต่อไปเพื่อความจำเป็นในงานบางอย่างหรือในระบบการเชื่อมต่อระยะไกล คุณสมบัติของเราเตอร์นั้นกล่าวได้ดังนี้

ป้องกันการกระจายสัญญาณ

อุปกรณ์เราเตอร์ป้องกันการกระจายสัญญาณ (Broadcast) ข้ามเซกเมนต์ ซึ่งแตกต่างจากรีพีตเตอร์และบริดจ์ แต่อุปกรณ์เราเตอร์มีคุณสมบัติและทำหน้าที่ได้ทั้งบริดจ์ รีพีตเตอร์ และเกทเวย์ ในอุปกรณ์เดียวกัน การบรอดคาสต์เพื่อส่งสัญญาณหรือแพคเก็ตระหว่างต้นทางและปลายทางในระบบแลนจะรบกวนเฉพาะในเซกเมนต์เดียวกันเท่านั้น แต่ถ้าทำการติดตั้งโปรโตคอลบางอย่างเพื่อจุดประสงค์ให้บรอดคาสต์ทุกเซกเมนต์ก็สามารถทำได้ เช่น IPX/SPX ในระบบเน็ตแวร์

จากรูปที่ 1 การส่งแพคเก็ตจากโหนด A ไปยังโหนด A1 โหนด A จะส่งสัญญาณบรอดคาสต์ออกไปในเน็ตเวอร์กหมายเลข IP 158.108.1.0 โดยที่เฮดเดอร์ของแพคเก็ตจะมีหมายเลขของโหนด A1 ซึ่งก็คือ 158.108.1.3 ไปด้วย โหนด A1 จะตรวจสอบแพคเก็ตใน

เซกเมนต์ หากเป็นหมายเลขที่ตรงกับโหนดของ A1 A1 ก็จะรับแพคเก็ตนั้นไปทำการประมวลผล ในลักษณะนี้เซกเมนต์อื่นที่ต่อกับเราเตอร์จะไม่ถูกรบกวน

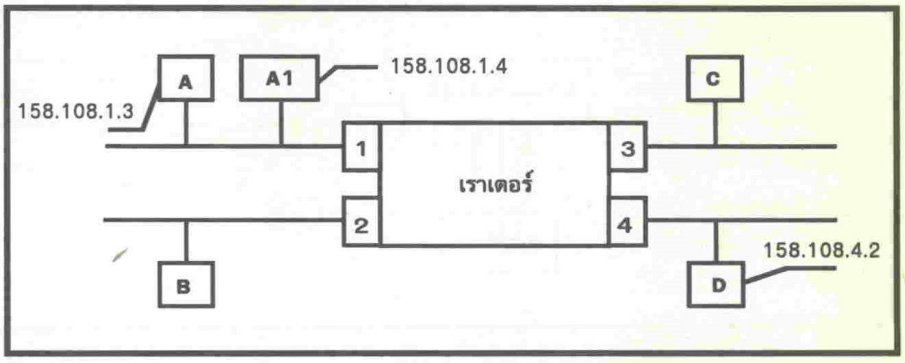
การส่งแพคเก็ตจากโหนด A ไปยังโหนด D โหนด A จะบรอดคาสต์สัญญาณออกไปเช่นเดียวกัน โดยมีหมายเลข IP ของโหนด D 158.108.4.0 ติดไปด้วย ในลักษณะนี้โหนดต้นทางและปลายทางอยู่ต่างเซกเมนต์กัน เราเตอร์จะรับสัญญาณแพคเก็ตจากพอร์ตที่ 1 และนำหมายเลขปลายทางไปทำการค้นหาในตาราง เมื่อพบว่าหมายเลข IP ของโหนดปลายทางอยู่ทางพอร์ต 4 เราเตอร์จะทำการบรอดคาสต์แพคเก็ตนั้นต่อไปยังเซกเมนต์ซึ่งติดต่อกับเราเตอร์ทางพอร์ตที่ 4 โหนด D จะตรวจสอบแพคเก็ต หากเป็นหมายเลขของโหนด D ก็จะรับแพคเก็ตไปประมวลผล หากไม่ใช่ก็จะไม่สนใจ

การแบ่งซับเน็ตเวอร์ก

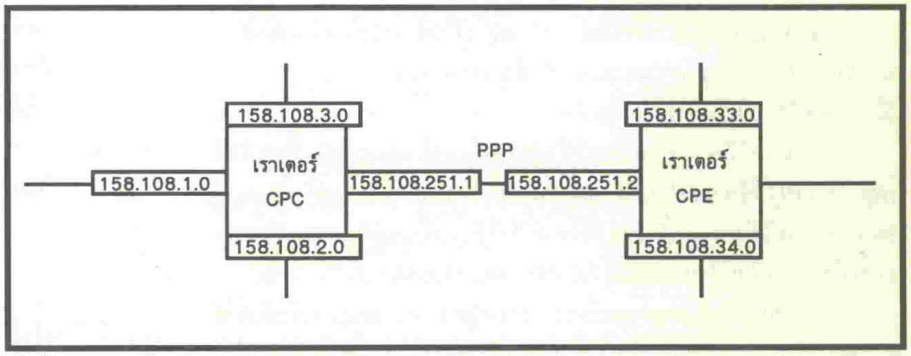
อุปกรณ์เราเตอร์สามารถแบ่งเน็ตเวอร์กขนาดใหญ่ให้เป็นเน็ตเวอร์กย่อย (Sub-network) โดยการแบ่งและกำหนดหมายเลข IP ให้แต่ละพอร์ตของเราเตอร์ และยังสามารถกำหนดหมายเลข IP ให้เป็นช่วงของหมายเลขในพอร์ตเดียวกันก็ได้

การกำหนดซับเน็ตเวอร์กทำให้การดูแลการกำหนดการทำงานในลักษณะเวอร์กกรุ๊ปของแลนวงต่าง ๆ ได้ อีกทั้งยังสร้างระบบรักษาความปลอดภัยได้ง่าย การแบ่งเป็นซับเน็ตเวอร์กในระบบแลนขนาดใหญ่และมีหน่วยงานย่อยภายในองค์กรมากจะสะดวกต่อการทำเราติงให้เป็นกลุ่ม การรับส่งแพคเก็ตเร็วขึ้น ซีพียูทำการคำนวณหาเส้นทางน้อยลง

จากรูปที่ 2 เป็นการแบ่งเครือข่ายย่อยในแต่ละพอร์ตของเราเตอร์เท่ากับแลนหนึ่งวง และจะมีหมายเลข IP ในแต่ละพอร์ต สำหรับการเชื่อมต่อระยะไกลในแคมปัสเน็ตเวอร์กระหว่างเราเตอร์กับเราเตอร์จะใช้โปรโตคอล PPP (Point-to-Point Protocol) ในการเชื่อมต่อ



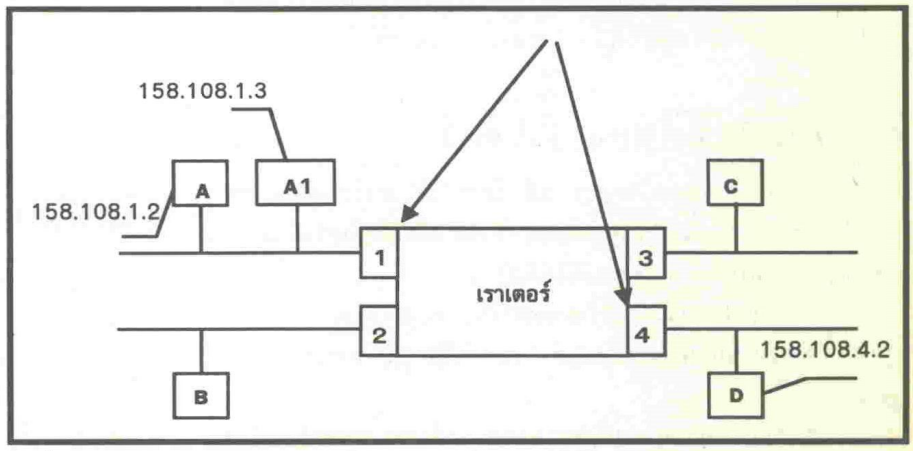
รูปที่ 1



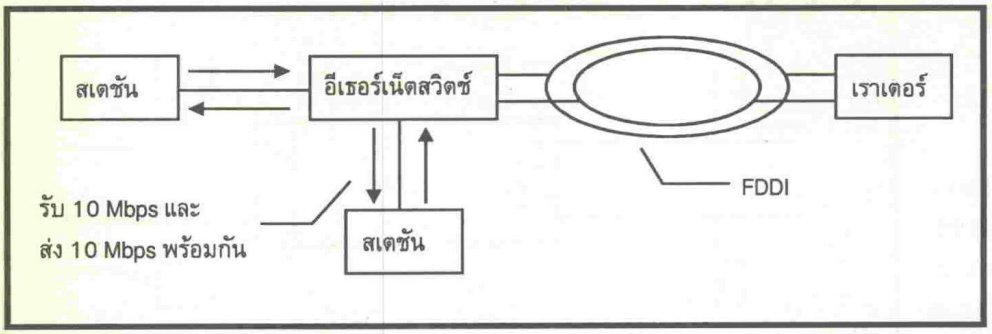
รูปที่ 2

หมายเลขเครือข่าย	158.108.1.0	158.108.2.0	158.108.3.0	158.108.4.0
พอร์ต	1	2	3	4
โหนด	A	B	C	D

ตารางที่ 1



รูปที่ 3



รูปที่ 4

การรับและส่งต่อแพคเก็ต

เราเตอร์ใช้โปรโตคอล TCP/IP เป็นโปรโตคอลหลักตามมาตรฐาน OSI 7 layers และเราเตอร์ใช้การทำงานในเลเยอร์ 1-3 ในการเชื่อมต่อเครือข่ายและรับส่งแพคเก็ต

เราเตอร์มีความสามารถใช้โปรโตคอลได้หลากหลาย สิ่งหนึ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้คือ ซอฟต์แวร์จัดการระบบเครือข่าย (Network Operating System) การใช้และติดตั้งโปรโตคอลเพื่อใช้งานขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ โดยส่วนใหญ่จะเป็น TCP/IP และ IPX/SPX

การรับและส่งต่อแพคเก็ตระหว่างต้นทางและปลายทางจึงต้องใช้ซอฟต์แวร์เป็นส่วนใหญ่ เพื่อคำนวณหาเส้นทางของหมายเลขเครือข่ายปลายทาง การรับแพคเก็ตจากพอร์ตหรือหมายเลข IP หนึ่งเข้ามาและส่งต่อไปยังพอร์ตหรือหมายเลข IP อื่น เราเตอร์ใช้วิธีการค้นหาจากตารางที่เก็บหมายเลขเครือข่าย

การส่งแพคเก็ตจากโหนด A ไปยังโหนด D โหนด A จะบรอดคาสต์สัญญาณหรือแพคเก็ตออกไปพร้อมหมายเลขโหนดปลายทาง โดยที่โหนด A อยู่ในเครือข่ายที่มีหมายเลข IP 158.108.1.0 พอร์ตที่ 1 เราเตอร์จะรับแพคเก็ตเข้ามาและค้นหาที่ตารางของเครือข่ายที่แต่ละพอร์ต เชื่อมต่ออยู่ เมื่อเราเตอร์ได้หมายเลขปลายทางของโหนด D ซึ่งอยู่ในเครือข่ายที่มีหมายเลข IP 158.108.4.0 พอร์ตที่ 4 เราเตอร์จึงทำการส่งต่อ (Forward) แพคเก็ตนั้นออกไปทางพอร์ตที่ 4 โดยการบรอดคาสต์

สรุปคุณสมบัติของเราเตอร์

เราเตอร์มีคุณสมบัติและประสิทธิภาพที่ดีในการเชื่อมต่อเครือข่าย ซึ่งที่กล่าวแล้วนั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่ง เพื่อให้เข้าใจในส่วนหลัก ๆ ของเราเตอร์ พอจะสรุปคุณสมบัติได้ดังนี้

1. ทำงานได้ทั้งแบบ รีพีตเตอร์ บริดจ์ และเกทเวย์
2. แบ่งแยกเครือข่ายขนาดใหญ่ให้เป็นเครือข่ายย่อย (Sub-network)
3. สามารถควบคุมการบรอดคาสต์ระหว่างเซกเมนต์ (Broadcast storm control)
4. สร้างระบบรักษาความปลอดภัยได้หลายแบบ (Network security firewall)
5. ทำการค้นหาหมายเลขเครือข่ายได้ (Address resolution)
6. ใช้ได้ทั้งเครือข่ายท้องถิ่นและเครือข่ายระยะไกล (LAN & WAN)
7. ไม่มีการเชื่อมต่อระหว่างจุดต่อจุดในการรับส่งแพคเก็ต (Connection less)

อุปกรณ์สวิตช์

อุปกรณ์สวิตช์ใช้คุณสมบัติทางฮาร์ดแวร์มากกว่าซอฟต์แวร์ ใช้ลักษณะการทำงานในแบบอีเธอร์เน็ตและบริดจ์ มีการบรอดคาสต์เช่นเดียวกับเราเตอร์ สามารถจัดการระบบด้วยคุณสมบัติเครือข่ายจำลอง (Virtual LAN) ที่สามารถแบ่งหรือจัดกลุ่มการทำงานในแบบเราติงกรุ๊ปหรือบริดจิงกรุ๊ปได้ เสมือนหนึ่งว่ามีเครือข่ายย่อยหลายเครือข่าย

ประสิทธิภาพที่เหนือกว่าเราเตอร์

เนื่องจากอุปกรณ์สวิตช์เป็นการทำงานในลักษณะสวิตช์แพคเก็ตความเร็วสูงจากอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์โดยไม่ต้องใช้การทำงานทางซอฟต์แวร์เพื่อคำนวณหาเส้นทางในการส่งต่อแพคเก็ตเฟรม แต่สิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้คือการกระจายสัญญาณหรือบรอดคาสต์

สวิตช์หลายรูปแบบ

อุปกรณ์สวิตช์มีหลายรูปแบบ และมีอัตราความเร็วการรับส่งแพคเก็ตเฟรมหลากหลายเช่นเดียวกับเราเตอร์ เช่น อีเธอร์เน็ตสวิตช์ (Switched Ethernet) โทเก้นริงสวิตช์ (Switched Token Ring) เอฟดีดีไอสวิตช์ (Switched FDDI) เอทีเอ็มสวิตช์ (Switched ATM) ฟาสต์อีเธอร์เน็ตสวิตช์ (Switched Fast Ethernet)

นอกจากหลายรูปแบบของอุปกรณ์แล้ว สวิตช์ยังสนับสนุนการเชื่อมต่อได้หลายแบบ เช่น 10Base-T, UTP, 10Base-F, 100Base-TX, 100Base-FX สำหรับสายใยแก้วนำแสงใช้ได้ทั้งแบบ Single-mode fiber และ Multimode fiber

อีเธอร์เน็ตสวิตช์

อีเธอร์เน็ตสวิตช์รับส่งแพคเก็ตเฟรมที่ 10 Mbps โดยใช้มาตรฐาน IEEE802.3 และยังคงเป็นระบบ CSMA/CD อีเธอร์เน็ตสวิตช์ที่มีคุณสมบัติรับส่งแพคเก็ตทั้งสองทาง (Full Duplex) สามารถเพิ่มความเร็วได้ 2 เท่าคือ 20 Mbps โดยไม่เกิดปัญหาการชนกันของแพคเก็ตเฟรม โดยใช้สายนำสัญญาณได้ทั้งสายทองแดงยูทีพี และสายใยแก้วนำแสง

การรับส่งแพคเก็ตเฟรม 2 ทางพร้อมกันของอีเธอร์เน็ตนั้นจะเพิ่มประสิทธิภาพให้อุปกรณ์เดสก์ท็อป (Desktop) และไฮเอนด์เวอร์ก-สเตชัน (High-End Workstation) แต่ทั้งนี้เน็ตเวอร์กอินเตอร์เฟส (Network Interface Card) ที่ใช้กับเครื่องพีซีหรือเวอร์กสเตชันต้องมีความสามารถในการรับส่งแพคเก็ตแบบ 2 ทางด้วย

เพิ่มแบนด์วิดธ์ด้วยสวิตช์

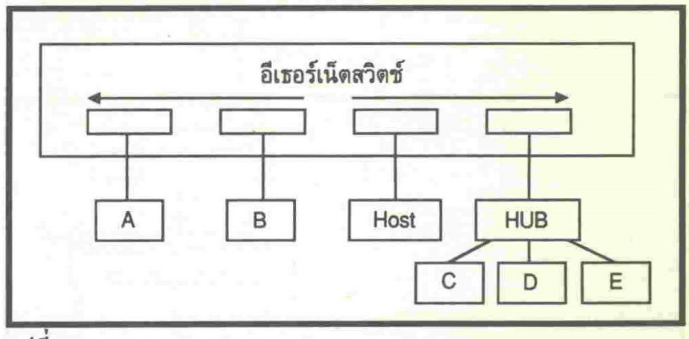
อุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบอีเธอร์เน็ต เช่น พีซีเวอร์กสเตชัน โฮสต์คอมพิวเตอร์ ไฟล์เซอร์ฟเวอร์ ที่อยู่ในเซกเมนต์เดียวกัน จะถูกแบ่งหรือแชร์แบนด์วิดธ์ในความเร็ว 10 Mbps

โดยทั่วไปโฮสต์และไฟล์เซอร์ฟเวอร์ต้องการแบนด์วิดธ์ที่สูงหรือไม่ต้องถูกแบ่งแบนด์วิดธ์ในการรับส่งแพคเก็ตเฟรม หรือให้ต่อแยกเซกเมนต์จากเราเตอร์ แต่ในความเป็นจริงแล้วทำอย่างนั้นไม่ได้ เพราะราคาต่อพอร์ตของเราเตอร์นั้นสูงมาก

อีเธอร์เน็ตสวิตช์เป็นทางออกที่ดีทางหนึ่งและเหมาะสมทางราคากับประสิทธิภาพ ให้ความเร็วแต่ละพอร์ตเต็มแบนด์วิดธ์โดยไม่มีการแบ่งหรือแชร์แบนด์วิดธ์ (Shared Bandwidth) สเตชันที่ต่อกับพอร์ตของอีเธอร์เน็ตจะได้ความเร็วที่ 10 Mbps

การรับและส่งต่อแพคเก็ตเฟรมระหว่างสเตชัน A และ B จะใช้เทคโนโลยีของบริดจ์ สเตชัน A จะส่งแพคเก็ตเฟรมด้วยความเร็ว 10 Mbps สเตชัน B จะรับแพคเก็ตเฟรมด้วยความเร็ว 10 Mbps โดยทั้ง 2 สเตชันจะได้แบนด์วิดธ์เต็ม

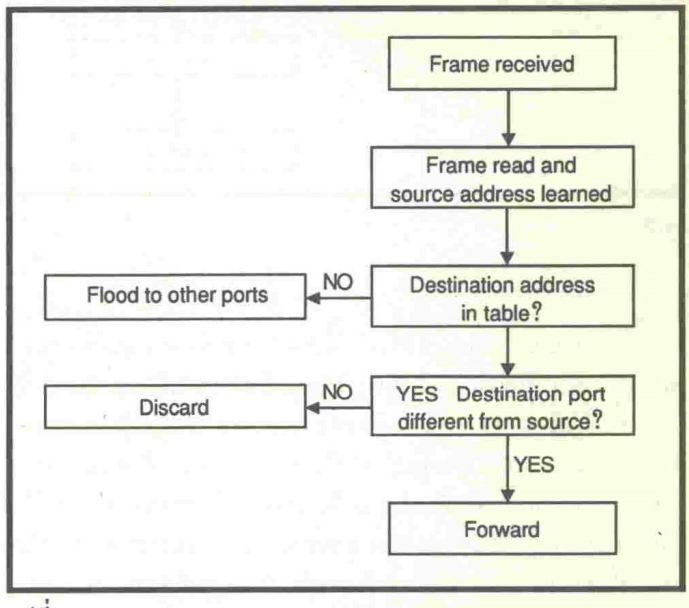
ในส่วนของสเตชัน C, D และ E ซึ่งต่ออยู่กับฮับและต่อกับพอร์ตของสวิตช์นั้น จะต้องแชร์แบนด์วิดธ์กันในการรับส่งแพคเก็ตเฟรม ซึ่งถ้าแต่ละสเตชันมีการรับส่งแพคเก็ตพร้อมกันจะเสมือนหนึ่งว่า สเตชันทั้ง 3 ต่ออยู่กับเซกเมนต์หนึ่งของอีเธอร์เน็ต



รูปที่ 5

Host Address	Line Number
00:00:0C:21:48:97	1
02:68:0C:01:23:47	1
00:00:0C:12:3F:AF	2
00:00:0C:49:50:60	3

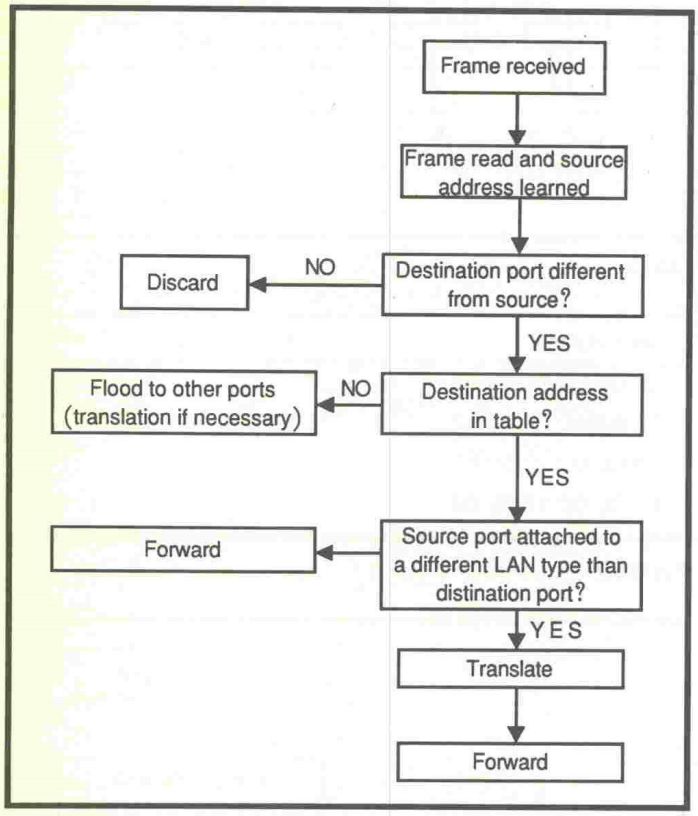
ตารางที่ 2



รูปที่ 6

เทคโนโลยีบริดจ์

การทำงานของบริดจ์โดยทั่วไปจะเรียนรู้รูปแบบของเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยวิเคราะห์จากแพคเก็ตเฟรมที่รับเข้ามา โดยดูจากหมายเลขของสเตชันทั้งหมดที่ต่ออยู่ เช่น สวิตช์รับแพคเก็ตเฟรมจากสเตชัน A เข้ามาจากพอร์ตที่ 1 สวิตช์ก็จะสร้างตารางเก็บหมายเลขของสเตชันและหมายเลขของพอร์ตไว้ในหน่วยความจำ



รูปที่ 7

สวิตช์จะใช้ตารางที่สร้างไว้นี้สำหรับการส่งต่อแพคเก็ตระหว่างพอร์ต ดังเช่น สเตชัน A ต้องการส่งแพคเก็ตเฟรมไปยังสเตชัน D ซึ่งอยู่ในพอร์ตที่ 4 สวิตช์จะมองหาหมายเลขพอร์ตและหมายเลขของสเตชันของ D จากตารางที่สร้างไว้ในหน่วยความจำ ถ้าพบหมายเลขพอร์ตและหมายเลขสเตชันของ D ในตาราง สวิตช์ก็จะส่งต่อแพคเก็ตนั้นออกไป แต่ถ้าไม่พบในตาราง สวิตช์จะทำการกระจายแพคเก็ตเฟรมออกไปทุกพอร์ตของสวิตช์ ยกเว้นพอร์ตที่รับแพคเก็ตเฟรมเข้ามา การทำงานในลักษณะนี้เรียกว่า Transparent Bridging

การทำงานในอีกรูปแบบหนึ่งของบริดจ์คือการรับและส่งต่อแพคเก็ตระหว่างแลนที่ต่างโทโปโลยี หรือมีการเชื่อมต่อที่แตกต่างกัน เช่น อีเธอร์เน็ตกับ FDDI

ในลักษณะการรับและส่งแพคเก็ตเฟรมจะคล้ายกับ Transparent Bridging และหากเป็นแลนที่แตกต่างกัน บริดจ์จะทำการแปลสัญญาณให้อยู่ในรูปแบบแพคเก็ตเฟรมของ FDDI ก่อน จึงทำการส่งต่อแพคเก็ตเฟรมนั้นออกไป ลักษณะการทำงานแบบนี้เรียกว่า Translation Bridging

สรุปข้อดีของอุปกรณ์สวิตช์

1. รับส่งข้อมูลมีประสิทธิภาพกว่าเราเตอร์ในแบนด์วิดธ์ที่เท่ากัน
2. สร้างเครือข่ายย่อยจำลอง หรือบริดจ์กรุ๊ปได้
3. การโยกย้ายหรือเพิ่มเติมสเตชัน จากเครือข่ายย่อยหนึ่งไปยังเครือข่ายหนึ่ง ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนหมายเลข IP
4. รับส่งแพคเก็ตเฟรมระหว่างแลนต่างวงได้ โดยใช้เทคโนโลยีบริดจ์
5. ใช้คุณสมบัติทางฮาร์ดแวร์มากกว่าซอฟต์แวร์ จึงไม่จำเป็นต้องมีการคำนวณหาเส้นทาง
6. ติดตั้งและใช้งานง่าย สะดวกต่อผู้ใช้ โดยไม่จำเป็นต้องทำการเซตอัพระบบ
7. ใช้สายนำสัญญาณที่มีอยู่เดิมในองค์กรได้โดยไม่ต้องเปลี่ยน

ส่งท้าย

นับจากปัจจุบันนี้เป็นต้นไป เทคโนโลยีทางด้านการสวิตช์ค่อนข้างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่กำลังพัฒนาหรือเกิดขึ้นใหม่มีความต้องการการรับส่งแพคเก็ตที่แบนด์วิดธ์สูง หลายบริษัทผู้ผลิตสวิตช์ในปัจจุบันต่างก็พยายามโปรโมตสินค้าของตน จึงเป็นโอกาสดีของผู้ใช้ที่มีอุปกรณ์ให้เลือกซื้อมากขึ้น ส่วนเราเตอร์นั้นก็ยังคงมีความจำเป็นในงานบางอย่าง เช่น การเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ระยะไกล ฉะนั้นก่อนการตัดสินใจในการออกแบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ก็ขอให้พิจารณาเทคโนโลยีและองค์ประกอบต่าง ๆ ที่จะติดตั้งให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสมกับราคาที่ลงทุนไป